



วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)
Srinakharinwirot University (Journal of Science and Technology)

ปีที่ 10 ฉบับที่ 19 มกราคม-มิถุนายน 2561 Vol.10, No.19 January-June 2018 ISSN 1686-9311

ที่ปรึกษา

อธิการบดี

ผู้อำนวยการสถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย

บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมทัศน์ จิระเดช คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

กองบรรณาธิการ

กองบรรณาธิการภายนอกมหาวิทยาลัย

ศาสตราจารย์กิตติคุณ นพ.เฉลิม วราวิทย์
ศาสตราจารย์ ดร.ชิตชนก เหลือสินทรัพย์
ศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ สารีสุต
ศาสตราจารย์ ดร.ธราพงษ์ วิจิตตานนท์
ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต อื้ออาภรณ์
ศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ ไสภน
ศาสตราจารย์ ดร.วรศักดิ์ กนกนุกุลชัย
ศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ธรรมพงษ์
ศาสตราจารย์ ดร.สัญญา จตุรสิทธา
ศาสตราจารย์ ดร.สุทัศน์ ยกส้าน
ศาสตราจารย์ ดร.อภิชาติ สุขสำราญ

Professor Dr. R. Ramakumar

ศาสตราจารย์ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ นพ.มนตรี ตูจันทา
รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรดนัย จิระเดช
รองศาสตราจารย์ ดร.นันทนา แจ่มสุวรรณ
รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ยงเจริญ
รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย นำประเสริฐชัย
รองศาสตราจารย์ ดร.สุขกิจ ยะโสธรศรีกุล
รองศาสตราจารย์ ดร.อริคม ฤกษ์บุตร
รองศาสตราจารย์ ดร.อรรถพล เก้าพิทักษ์กุล

รองศาสตราจารย์ ดร.อานันท์วัฒน์ คุณากร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พลกฤต กฤชไมตรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูพงษ์ พงษ์เจริญ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วชิระ จงบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัฐภูมิ ปรีชาตปรีชา
ดร.ทวารัฐ สุตะบุตร

คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
สำนักงานราชบัณฑิตยสภา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง
College of Engineering, Architecture and Technology,
Oklahoma State University.
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ข้าราชการเกษียณ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน

กองบรรณาธิการภายในมหาวิทยาลัย

ศาสตราจารย์ นพ.ชัยรัตน์ นรินทรรัตน์	คณะแพทยศาสตร์
รองศาสตราจารย์ นพ.มนตรี อุดมเพทยกุล	คณะแพทยศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.โกสุม จันทศิริ	คณะแพทยศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.วิภาวี อนุพันธ์พิศิษฐ์	คณะแพทยศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.ทพญ.นिरดา ชเนศวร	คณะทันตแพทยศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.วีระศักดิ์ สามี	คณะเภสัชศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.ณสรณ์ ผลโภาค	คณะวิทยาศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.ปรินทร์ ชัยวิสุทธิทางกูร	คณะวิทยาศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.พรพิมล ม่วงไทย	คณะวิทยาศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.อัฉริยา รังษิรุจิ	คณะวิทยาศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.ศัณพันธ์ เจริญพงษ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทพญ.ณปภา เอี่ยมจิรกุล	คณะทันตแพทยศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชชากร จารุศิริ	คณะวัฒนธรรมสิ่งแวดล้อมและการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาจรี ศุภสุธิกุล	คณะวิศวกรรมศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจิตรา ศรีสังข์	คณะวิทยาศาสตร์
อาจารย์ ดร.ธนธิป สุ่มอิม	คณะวิศวกรรมศาสตร์

กองจัดการ

นางกรอุษา ศรีสุวรรณ	สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย
นายปิยชาติ บุญเพ็ญ	สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย
นายนิพนธ์ ราชวุฒิ	สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย
นายณัฐ จารุจินดา	สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย
นางสาวศศิกรานต์ โลกาณิล	สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย
นางสาวศิริภัสสร ดาราวงษ์	สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย
นางสาวแสงดาว เตือนแจ่ม	สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย

การติดต่อกองบรรณาธิการ

วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)

สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย

(ชั้น 20 อาคารนวัตกรรม ศาสตราจารย์ ดร.สาโรช บัวศรี)

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

114 สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

โทรศัพท์ (02) 649-5000 ต่อ 11014

<http://pubcenter.swu.ac.th>

พิมพ์ที่ บริษัทสหมิตรพรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด

59/4 ซ.วัดพระเงิน ถ.กาญจนาภิเษก ต.บางม่วง อ.บางใหญ่ จ.นนทบุรี 11140

โทรศัพท์ (02) 903-8257-9 โทรสาร (02) 921-4587